



بيانيات الحاسوب
Computer Graphics

جامعة
المنارة

HANARA UNIVERSITY

Dr.-Eng. Samer Sulaiman

2022-2023

مفردات المنهاج



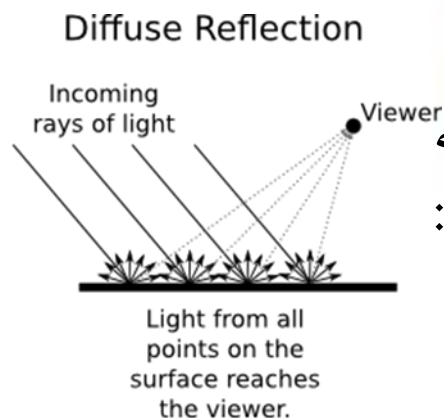
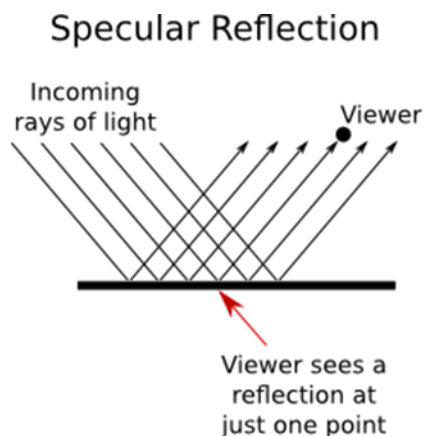
- أساسيات بيانيات الحاسوب
 - مقدمة: مفاهيم أساسية
 - التحويلات ثنائية البعد 2D
 - التحويلات ثلاثية البعد 3D
- خوارزميات بيانيات الحاسوب
 - الخوارزميات الهندسية
 - الخوارزميات النقطية الأساسية
 - خوارزميات إزالة الأسطح المخفية
- نماذج بيانيات الحاسوب
 - الألوان ونماذج الألوان
 - المنحنيات والأسطح: النمذجة الهندسية
 - نماذج الإضاءة والتظليل
 - عناصر التركيب والنمذجة الإجرائية

نماذج بيانيات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• مقدمة في الإضاءة

- تعد الإضاءة أحد أهم الاعتبارات للرسومات الواقعية ثلاثية الأبعاد
- الهدف هو محاكاة مصادر الضوء والطريقة التي يتفاعل بها الضوء المنبعث مع الأشياء والأغراض الموجودة في المشهد
- يشار إلى خصائص السطح التي تحدد كيفية تفاعله مع الضوء على أنها مادة السطح
- يمكن أن يكون للسطح العديد من خصائص المواد المختلفة
- الضوء والمواد



- عندما يسقط الضوء على سطحًا ما ، سينعكس بعضه
- يقارب تعقيد هذه النماذج نوعان عامان من الانعكاس:
- انعكاس البريق Specular
- انعكاس منتشر Diffuse

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• مقدمة في الإضاءة

• الضوء والمواد

• يقارب تعقيد هذه النماذج نوعان عامان من الانعكاس:

• انعكاس البريق Specular

• يشبه الانعكاس من سطح المرآة لأشعة الضوء

• ينعكس شعاع الضوء على شكل شعاع في الاتجاه الذي يجعل زاوية الانعكاس مساوية لزاوية السقوط

• لا يمكن رؤية انعكاس البريق إلا بواسطة المشاهد الذي يقع موضعه على مسار الشعاع المنعكس.

• انعكاس منتشر Diffuse

• انعكاس الضوء الساقط في جميع الاتجاهات من سطح

• تكون الإضاءة المنتشرة للسطح مرئية لجميع المشاهدين ، بغض النظر عن موضع المشاهد.

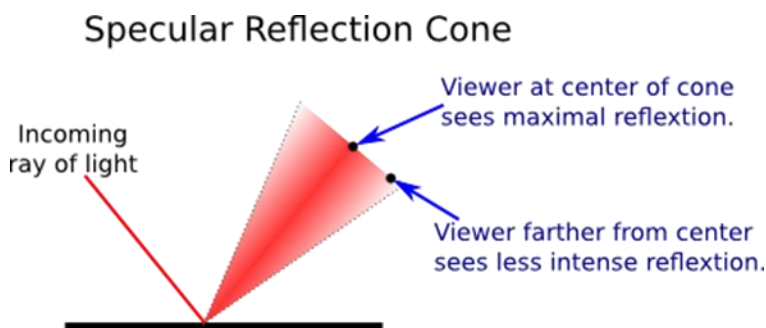
نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• مقدمة في الإضاءة

• الضوء والمواد

- في انعكاس البريق المثالي ("يشبه المرآة") ، ينعكس شعاع الضوء الوارد من السطح سليماً
- يقوم الشعاع المنعكس بعمل نفس الزاوية مع السطح مثل زاوية الشعاع الوارد
- يمكن للمشاهد رؤية الشعاع المنعكس فقط إذا كان المشاهد في الموضع الصحيح تمامًا ، في مكان ما على طول مسار الشعاع المنعكس
- حتى إذا كان السطح بأكمله مضاءً بمصدر الضوء ، فلن يرى المشاهد سوى انعكاس مصدر الضوء في تلك النقاط على السطح حيث تكون المواقع صحيحة
- يشار إلى هذه الانعكاسات على أنها نقاط بارزة
- من الناحية العملية ، لا ينعكس شعاع الضوء كشعاع كامل واحد ، ولكن كمخروط من الضوء ، والذي يمكن أن يكون ضيقًا إلى حد ما
- ينتج السطح اللامع جدًا مخاريط ضيقة جدًا للضوء المنعكس ؛ البقع اللامعة على مثل هذه المواد صغيرة وحادة
- السطح الباهت سينتج مخاريط أوسع من الضوء المنعكس وبقع لأمعة أكبر وأكثر ضبابية



نماذج بيانيات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• مقدمة في الإضاءة

• الضوء والمواد

- في الانعكاس المنتشر المثالي ، ينتشر شعاع الضوء الوارد في جميع الاتجاهات بالتساوي
- يرى المشاهد الضوء المنعكس من جميع النقاط على السطح
- إذا وصل الضوء الوارد بأشعة متوازية تضيء السطح بالتساوي ، فسيظهر السطح للمشاهد مضاءً بشكل متساوٍ
- إذا ضربت أشعة مختلفة السطح بزوايا مختلفة ، كما لو كانت تأتي من مصباح قريب أو إذا كان السطح منحنياً
- تعتمد كمية الإضاءة عند نقطة ما على الزاوية التي يصطدم بها الشعاع بالسطح عند تلك النقطة

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• مقدمة في الإضاءة

• الضوء والمواد

• عندما يسقط الضوء على السطح

- يمكن امتصاص بعض الأطوال الموجية للضوء ، وبعضها يمكن أن ينعكس بشكل منتشر ، والبعض الآخر يمكن أن ينعكس بشكل لامع
- لون المادة: يمثل الدرجة التي تعكس بها المادة الضوء بأطوال موجية مختلفة
- يمكن أن تحتوي المادة على لونين مختلفين
- لون منتشر يوضح كيف تعكس المادة الضوء بشكل منتشر
- كونه اللون الأساسي للكائن
- لون لامع أو بريقي يوضح كيف يعكس الضوء بشكل لامع
- تحديد لون البقع اللامعة
- يمكن أن تكون الألوان المنتشرة والبراقة (اللامعة) هي نفسها
- على سبيل المثال ، غالبًا ما يكون هذا صحيحًا بالنسبة للأسطح المعدنية
- أو يمكن أن يكونوا مختلفين
- على سبيل المثال ، غالبًا ما يكون للسطح البلاستيكي إضاءة بارزة بيضاء بغض النظر عن اللون المنتشر.



نماذج بيانات الحاسوب

- نماذج الإضاءة
- مقدمة في الإضاءة
- الضوء والمواد
- في الواقع ، هناك لوان آخران مرتبطان بالمادة
- اللون المحيطي للمادة ، والذي يوضح كيف يعكس السطح الضوء المحيطي
- يشير الضوء المحيطي إلى مستوى عام من الإضاءة لا يأتي مباشرة من مصدر الضوء
- يتكون من الضوء الذي انعكس وأعيد انعكاسه مرات عديدة بحيث لم يعد يأتي من أي اتجاه معين
- الضوء المحيطي هو السبب في أن الظلال ليست سوداء تمامًا
- يحدد اللون المحيطي للمادة كيف ستعكس الأطوال الموجية المختلفة للضوء المحيطي
- يتم تعيين اللون المحيطي عمومًا ليكون هو نفس اللون المنتشر.
- لون الانبعاث ، وهو ليس لوانًا بنفس معنى خصائص الألوان الثلاثة الأولى
- لا علاقة له بكيفية عكس السطح للضوء
- لون الانبعاث هو اللون الذي لا يأتي من أي مصدر خارجي ، وبالتالي يبدو أنه منبعث من المادة نفسها
- هذا لا يعني أن الكائن يعطي ضوءًا من شأنه أن يضيء كائنات أخرى ، ولكنه يعني أنه يمكن رؤية الكائن حتى لو لم يكن هناك مصدر للضوء (ولا حتى الضوء المحيطي)
- في وجود الضوء ، يكون الكائن أكثر إشراقًا مما يمكن تفسيره من خلال الضوء الذي ينبعثه ، وبهذا المعنى يبدو أنه يتوهج
- عادة ما يكون لون الانبعاث أسود - لا يوجد انبعاث للكائن على الإطلاق.

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• مقدمة في الإضاءة

• الضوء والمواد

- يتم تحديد كل من خصائص ألوان المواد الأربعة من حيث ثلاثة أرقام تعطي مكونات اللون RGB (الأحمر والأخضر والأزرق)
- يمكن أن يحتوي الضوء الحقيقي على عدد لا حصر له من الأطوال الموجية المختلفة
- يتكون لون RGB من ثلاثة مكونات فقط ، لكن طبيعة رؤية الألوان البشرية تجعل هذا تقريبًا جيدًا لمعظم الأغراض
- في حالة المكونات الحمراء والزرقاء والخضراء للألوان المحيطة أو المنتشرة أو اللامعة (البراقة) ، فإن مصطلح "اللون" يعني حقًا الانعكاس.
- أي أن المكون الأحمر للون يعطي نسبة الضوء الأحمر الذي يسقط على السطح الذي ينعكس على ذلك السطح ، وبالمثل للأخضر والأزرق

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• خصائص الضوء

• يأتي الضوء في بيئة ما من مصدر ضوء مثل المصباح أو الشمس
• أنواع مصادر الضوء:

• يسمى الضوء النقطي أيضًا بـضوء موضعي

• كونه موجودًا في نقطة ما في مساحة ثلاثية الأبعاد ، وينبعث منه الضوء في جميع الاتجاهات من تلك النقطة

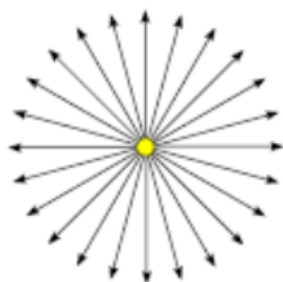
• على سبيل المثال: ضوء المصباح

• ضوء اتجاهي

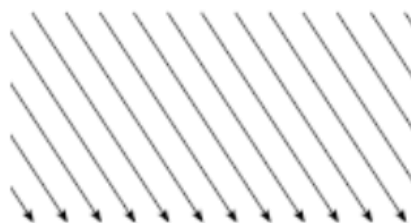
• يأتي كل الضوء من نفس الاتجاه ، بحيث تكون أشعة الضوء متوازية

• يمكن اعتباره مصدرًا للضوء على مسافة غير محدودة بشكل فعال

• على سبيل المثال: تعتبر الشمس مصدر ضوء اتجاهي نظرًا لأنها بعيدة جدًا بحيث تكون أشعة الضوء من الشمس متوازية بشكل أساسي عندما تصل إلى الأرض.



POINT LIGHT
emits light in
all directions.



DIRECTIONAL LIGHT
has parallel light rays, all
from the same direction.

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• خصائص الضوء

- يأتي الضوء في بيئة ما من مصدر ضوء مثل المصباح أو الشمس
- يمكن أن يكون لكل مصدر ضوء ثلاثة ألوان:
- اللون المحيطي
- التفاعل مع اللون المحيط للمادة
- لا يعتمد هذا التفاعل على موضع مصادر الضوء أو المشاهد
- اللون المنتشر
- يمثل الضوء الذي يتفاعل مع لون المادة المنتشر
- لون البراق أو اللمعان
- يمثل الضوء الذي يتفاعل مع لون المادة البراقة
- من الشائع أن تكون شدة الضوء المنتشر والبراق متماثلة
- الإضاءة المحيطة:
- كونه ضعيفاً لا يمكن تتبعه مباشرة إلى أي مصدر ضوء
- يجب أن يأتي من مكان ما
- يجب أن يؤدي تشغيل الضوء إلى زيادة المستوى العام للضوء المحيطي في البيئة



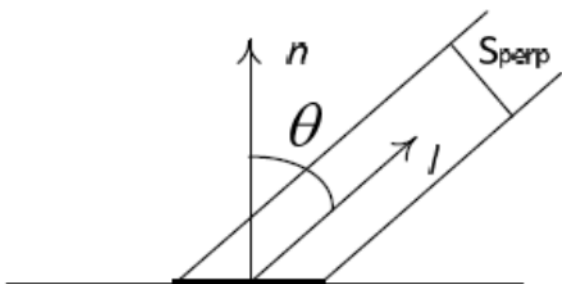
نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• النموذج المنتشر (لامبرت):

- أبسط نموذج إضاءة لحالة التوزيع المثالية
- بافتراض أن الضوء الساقط منتشر بشكل موحد في جميع اتجاهات نصف الكرة العلوي
- لذلك، فإن الاتجاه v إلى المراقب ليس له أي تأثير والحقيقة الوحيدة المهمة هي مقدار الضوء الساقط على سطح ما لكل وحدة مساحة
- هذا يعتمد على تجيب زاوية السقوط θ (الزاوية بين الناظم على السطح n والاتجاه l الذي يسقط منه الضوء)
- بافتراض شعاع ضوء مواز يسقط من الاتجاه l عند نقطة على السطح ذات ناظم (متجه طبيعي) n
- يتم توصيل المنطقة المضاءة S على السطح بمنطقة سبير الخاصة بعبور الشعاع العمودي مع قانون التجيب القياسي
- $S_{perp} = S \cos \theta$

Lighting models



- العامل الوحيد الذي يؤثر على الضوء المنعكس هو تجيب زاوية السقوط θ
- في حالة متجهي l و n ، يكون التجيب ببساطة هو حاصل الضرب النقطي لهذه المتجهات - (l, n)

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• النموذج المنتشر (لامبرت):

• بافتراض أن الضوء الساقط منتشر بشكل موحد في جميع اتجاهات نصف الكرة العلوي

• عادة ما يتم وصف هذا النموذج بالمعادلة التالية:

$$I = C I_i \max((n, l), 0)$$

• هنا C هو لون السطح (عادةً ما يتم تحديده بواسطة RGB ثلاثي)

• I هو لون الضوء وشدته (أيضاً يمثل بـ RGB ثلاثي)

• تستخدم الدالة \max لتجنب القيم السالبة في الحالة التي تكون فيها زاوية السقوط θ أكبر من $\pi/2$

• يمكن أن يؤدي استخدام المعادلة السابقة إلى جعل المناطق غير المضاءة سوداء بالكامل

• لتجنب ذلك عادة ما يتم تقديم مصطلح محيطي

• يهدف هذا المصطلح إلى نمذجة الإضاءة غير المباشرة - الضوء المتناثر الذي يسقط من جميع الاتجاهات

• تشتمل جميع المشاهد الحقيقية تقريباً على هذا النوع من الضوء ، كما أن المصطلح المحيطي هو تقريب بسيط

• يفترض أن تتكون الإضاءة من جزأين

• منتشر ومحيط ، ولكل منها وزنه الخاص (k_d and k_a)

• يتم توفير الإضاءة المحيطة بواسطة RGB ثلاثي I_a

• يتم إعطاء الإضاءة الناتجة بواسطة المعادلة:

$$I = k_a I_a + k_d C I_i \max((n, l), 0)$$

نماذج بيانات الحاسوب

• نماذج الإضاءة

• Phong: نموذج

- لا يدعم نموذج لامبرت النقاط البراقة التي غالبًا ما تكون موجودة على الأسطح الملساء
- يعد نموذج الإضاءة Phong أحد أبسط النماذج التي يتم أخذ مثل هذه النقاط البراقة في الاعتبار
- يضيف هذا النموذج مصطلحًا مميزًا إلى نموذج الإضاءة المنتشر بوزن k_s

$$I = k_a I_a + k_d C I_l \max((n, l), 0) + k_s C_s I_l \max((r, v), 0)^p$$

• هنا C_s هو لون بقع اللمعان أو البريق

• r هو المتجه l المنعكس بالنسبة إلى الناظم n

• p هو معامل الخشونة

• كلما كان السطح أكثر سلاسة

• متجه v هو متجه الوحدة في اتجاه المراقب (ويسمى أيضًا متجه العين).

• عادةً ما يكون لون التمييز C للعوازل هو اللون الأبيض فقط

• بالنسبة للمعادن ، يتطابق عادةً مع لون السطح C

• يمكن العثور بسهولة على المتجه المنعكس للوحدة r من n او l ، بشرط أن يكون كلاهما بطول الوحدة:

$$r = 2n(n, l) - l$$

